

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-115540

(43)Date of publication of application : 16.05.1991

---

(51)Int.Cl. C22C 28/00  
C22C 38/00

---

(21)Application number : 01-252123 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 29.09.1989 (72)Inventor : FUNAYAMA TOMOKI  
KOBAYASHI TADAHICO  
SAHASHI MASASHI

---

## (54) SUPERMAGNETOSTRICTION ALLOY

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To offer the alloy suitable as the one for a magnetostriction element showing high magnetostriction in a low magnetic field by incorporating specified amounts of Ga, etc., into a rare earth-Fe-Mn series alloy.

**CONSTITUTION:** The compsn. of a supermagnetostriction alloy is constituted of a general formula  $R(Fe_{1-y-z}Mn_yMz)_w$  expressed by atomic ratio; where R denotes at least one kind among rare earth elements, M denotes at least one kind selected from Mg, Al, Ga, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl and Pb and (y), (z) and (w) satisfy  $0.005 \leq y \leq 0.5$ ,  $0.005 \leq z \leq 0.2$  and  $1.5 \leq w \leq 2.5$ . The supermagnetostriction alloy has excellent supermagnetostriction properties and has excellent properties particularly as a structural material for a driving part for controlling slight displacement of micron order, a vibrator for generating strong ultrasonic waves, a sensor or the like.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision  
of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

⑫ 公開特許公報(A) 平3-115540

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>  
C 22 C 28/00  
38/00

識別記号 庁内整理番号  
3 0 3 A 6813-4K  
D 7047-4K

⑭ 公開 平成 3 年(1991) 5 月 16 日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 4 頁)

⑮ 発明の名称 超磁歪合金

⑯ 特 願 平1-252123

⑰ 出 願 平1(1989) 9 月 29 日

⑱ 発 明 者 船 山 知 己 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝総合研究所内  
⑱ 発 明 者 小 林 忠 彦 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝総合研究所内  
⑱ 発 明 者 佐 橋 政 司 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝総合研究所内  
⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町 72 番地  
⑲ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑 外 1 名

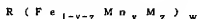
明 細 書

1. 発明の名称

超 磁 歪 合 金

2. 特許請求の範囲

(1) 原子比で表わした一般式



ただし R: 希土類元素の少なくとも一種

M: Mg, Al, Ga, Ru, Rh,  
Pd, Ag, Cd, In, Sn,  
Sb, Os, Ir, Pt, Au,  
Hg, Tl 及び Pb から選ばれた少  
なくとも一種

$$0.005 \leq y \leq 0.5$$

$$0.005 \leq z \leq 0.2$$

$$1.5 \leq w \leq 2.5$$

で示されることを特徴とする超磁歪合金。

3. 発明の詳細な説明

【発明の目的】

(産業上の利用分野)

本発明は磁歪が大きく磁気-機械変位変換デバイス等に用いられる磁歪素子用として好適な超磁歪合金に関する。

(従来の技術)

磁性体に外部磁場を印加した際、磁性体が変形する磁歪の応用として変位制御アクチュエータ、磁歪振動子、磁歪センサ、磁歪フィルタ、超音波遅延線等がある。従来は Ni 基合金、Fe-Co 合金、フェライト等が用いられている。

近年、計測工学の進歩および精密機械分野の発展に伴い、ミクロンオーダーの微小変位制御に不可欠の変位駆動部の開発が必要とされている。この変位駆動部の駆動機構の 1 つとして超磁歪合金を用いた磁気-機械変換デバイスが有力である。しかしながら従来の超磁歪合金では、変位の絶対量が充分でなく、ミクロンオーダーの精密変位制御駆動部材料としては絶対駆動変位量のみならず精密制御の点からも満足し得るものではなかった。

このような問題点を解決すべく本発明者等が研究を進めた結果 Dy-Tb-Fe-Mn 系の

ラーベス型金属間化合物で飽和磁歪 ( $\lambda_s$ ) が  $1000 \times 10^{-6}$  を越えるものが得られることを見出した (特公昭61-33892号)。

(発明が解決しようとする課題)

特公昭61-33892号にも示されているように実用上は数  $10^{-6}$  程度の低磁歪で大きな磁歪を示すことが要求されている。しかしながらこの特公昭61-33892号に示されている材料でもまだ不十分であり、より高性能の磁歪材料が望まれている。

本発明はこのような問題点を考慮してなされたもので、低磁歪で大きな磁歪を示す超磁歪合金を提供することを目的とする。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段及び作用)

本発明者等が R-Fe-Mn 系の超磁歪合金について更なる特性向上を追及した結果、以下の知見を得た。

本発明の超磁歪合金は Mn を含有することにより、希土類原子の磁気異方性を変化させ、高磁界

Hg, Tl 及び Pb から選ばれた少なくとも一種

$$0.005 \leq y \leq 0.5$$

$$0.005 \leq z \leq 0.2$$

$$1.5 \leq w \leq 2.5$$

で示されることを特徴とする超磁歪合金である。

希土類元素とは La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu であり、これらから選ばれた一種以上の組み合わせとしては Pr, Nd, Sm, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, TbDy, TbHo, TbPr, SmYb, TbDyHo, TbDyPr, TbPrHo の組み合わせが好ましい。

好ましくは、 $1.7 < w < 2$

$$0.01 \leq z < 0.15$$

$$0.01 < y < 0.2$$

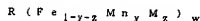
である。

y が 0.005 より小さければ Mn の希土類原子の異方性への作用が小さくなり、また 0.5 を越えるとキュリー温度の減少により、ともに磁歪特性が

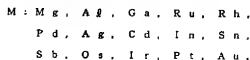
のみならず低磁界においても優れた磁歪特性が得られる。しかしながら R-Fe-Mn 系超磁歪合金では第1図に示した様に Mn 系のラーベス型組成における凝固過程が複雑であり、磁歪特性を左右する要因のひとつである結晶性の制御 (具体的には  $\langle 111 \rangle$  結晶粒などの制御) が難しく、結果としては特性向上をさまたげている場合が生じることを見出した。

そこで発明者らはラーベス型組成における凝固過程が Mn 系に比較して単純な Ga 等 (第2図参照) を含有せしめることにより結晶性の良好なラーベス相の超磁歪合金が得られ、R-Fe-Mn 系の超磁歪合金の磁歪特性が向上することを見出したのである。

本発明は、原子比で表わした一般式



ただし R: 希土類元素の少なくとも一種



劣化する。z が 0.005 より小さければ凝固過程を変え、結晶性向上効果が減少し、0.2 を越えると磁歪量が減少してともに磁歪特性が劣化する。また、w が上記範囲外となると主相となるべきラーベス相が減少し磁歪特性が劣化する。

また Fe の一部を T 元素 (Co, Ni) で置換することも可能である。しかしながらあまり置換量が多いとキュリー温度が低下し、磁気特性が低下してしまうため、 $(Fe_{1-x}Tx)$  とした時、 $x \leq 0.5$  が限界である。

更に本発明合金が立方晶の特定方位、例えば  $\langle 100 \rangle$ ,  $\langle 110 \rangle$ ,  $\langle 111 \rangle$  方向に優先配向していることにより、その方向における磁歪特性が更に向上する。また優先配向した合金に磁場中熱処理を施し、磁化容易軸を特定方向にそろえることにより磁歪特性は更に向上する。

(実施例)

以下に本発明の実施例を説明する。

実施例 1

表 1 に示す組成を、アーク溶解法にて等方多

表 1 (D)

結晶性、立方晶の特定方位に結晶が配向した一方向凝固体、焼結体として作成した後900℃×1 weekの均質化処理を施し、切削加工にて10mm×10mm×5mmの試験片とした。磁歪特性は室温下で歪みゲージを用い磁界は対向磁極型磁石により発生させ2kOe印加磁界中で評価した。それぞれの磁歪量は $DyFe_2$ の磁歪量で規格化した値で示した。

表1から明らかな様に本発明の合金は低磁界における磁歪特性が向上し、特に立方晶の特定方位に結晶を配向させたものが優れていることがわかる。

## 実施例2

表2に示す合金を実施例1に記載の方法で作成し、それぞれ表中に示した条件にて磁場中熱処理を施した。磁歪特性は実施例1と同様の方法で評価した。

表2から明らかな様に磁場中熱処理を施すことにより、磁化容易軸を特定の方向にもたせることにより、さらに特性が向上することがわかる。

実施例	組 成 (原子比)	作成方法	磁歪特性
1	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Al_{0.05})_2$	アーク溶融法	10
2	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.1} Ga_{0.1})_2$	"	9
3	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Co_{0.2} Ni_{0.05} Al_{0.05})_2$	"	10
4	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.45} Ni_{0.1} Al_{0.05})_2$	"	18
5	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.5} Ni_{0.15} Co_{0.05})_2$	"	15
6	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Ni_{0.01})_2$	"	10
7	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.055} Co_{0.005})_2$	"	10
8	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} Ni_{0.1} (Fe_{0.8} Ni_{0.1} Al_{0.1})_2$	"	11
9	$Tb_{0.5} Dy_{0.2} Ni_{0.2} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Co_{0.05})_2$	"	9
10	$Tb_{0.5} Dy_{0.3} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Co_{0.01})_2$	"	14
11	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Ni_{0.01})_2$	"	15
12	$Tb_{0.4} Dy_{0.5} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Ni_{0.01})_2$	"	12
13	$Tb_{0.3} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Ni_{0.01})_2$	"	13
14	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Al_{0.05})_2$	一方向凝固法	16
15	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.4} Ni_{0.15} Co_{0.05})_2$	"	18
16	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Al_{0.05})_2$	焼 結	8
17	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.4} Ni_{0.15} Co_{0.05})_2$	焼 結	7

表 2

	組 成 (原子比)	磁場中熱処理条件	磁歪特性
1	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Al_{0.05})_2$ (アーク溶融法)	880℃×2H→冷却、2kOe	1.4
2	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.5} Ni_{0.15} Co_{0.05})_2$ ( " )	330℃×2H→冷却、2kOe	1.3
3	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.55} Ni_{0.4} Co_{0.05})_2$ ( " )	280℃×2H→冷却、2kOe	1.1
4	$Tb_{0.5} Dy_{0.7} (Fe_{0.5} Ni_{0.05} Al_{0.05})_2$ (一方向凝固)	380℃×2H→冷却、2kOe	2.0
5	$Tb_{0.5} Dy_{0.5} (Fe_{0.5} Ni_{0.15} Co_{0.05})_2$ (焼 結)	330℃×2H→冷却、2kOe	2.0

## 【発明の効果】

以上説明した如く、本発明の超磁歪合金は、従来の磁歪材料の特性に比べ極めて優れた磁歪特性を有し、実用材料として十分なものである。特にマイクロオーダーの微小変位制御用駆動部、強力超音波発生用振動子、センサ等の構成材料として極めて優れた特性を有するものである。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図はDy-Mnの状態図、第2図は、Dy-Gaの状態図。

代理人弁理士 則近 憲佑  
同 松山 允之

